

## PROVISIÓN MATEMÁTICA A TIPOS DE INTERÉS DE MERCADO

*J. Iñaki De La Peña*<sup>(1)</sup>; *Iván Iturricastillo*<sup>(2)</sup>; *Rafael Moreno*<sup>(3)</sup>; *Eduardo Trigo*<sup>(4)</sup>

### RESUMEN

En seguros de vida se determina habitualmente la provisión matemática a través del método prospectivo bajo las mismas hipótesis con las que se ha determinado el coste o primas a abonar. Sin embargo la existencia de una normativa amplia y específica, tanto a nivel de la Unión Europea como en España, sobre la aplicación de técnicas inmunizadoras en el mundo asegurador permite asignar activos financieros a los compromisos adquiridos por la compañía de seguros en sus contratos de vida.

En este trabajo se desarrolla el procedimiento de cálculo de la provisión matemática para seguros vida bajo la premisa de los dos modelos inmunizadores prácticos que contempla normativa española: casamiento de flujos, *cashflow matching* o congruencia absoluta, y congruencia por duraciones, *positive matching* o *duration matching*.

Una conclusión de este trabajo es la conveniencia de establecer una base técnica normalizada que permita la correcta gestión integrada de activos – pasivos en las empresas aseguradoras con el fin de determinar la provisión matemática a tipos de interés de mercado.

### ABSTRACT

Actuarial liability corresponding to life insurance products is usually determined through the prospective method and using the same hypothesis employed to determine the premiums. Nevertheless, there is specific and

---

<sup>1</sup> Profesor Titular de Universidad. Departamento Economía Financiera I. Universidad del País Vasco. Dirección Avda. Lehendakari Aguirre, 83. 48.015 – BILBAO. Email: [jnaki.delapena@ehu.es](mailto:jnaki.delapena@ehu.es)

<sup>2</sup> Profesor Laboral Interino. Departamento Economía Financiera I. Universidad del País Vasco. Dirección c/ Comandante Izarduy, 23. 01.006 – VITORIA. Email: [ivan.iturricastillo@ehu.es](mailto:ivan.iturricastillo@ehu.es)

<sup>3</sup> Profesor Titular de Universidad. Departamento de Finanzas y Contabilidad. Universidad de Málaga. Campus de El Ejido, s/n. 29.071 - MALAGA.. Email: [moreno@uma.es](mailto:moreno@uma.es)

<sup>4</sup> Profesor Asociado. Departamento de Finanzas y Contabilidad. Universidad de Málaga. Campus de El Ejido, s/n. 29.071 - MALAGA. Email: [etrigom@uma.es](mailto:etrigom@uma.es)

extensive regulation in the European Union and Spain about the use of immunization procedures into the insurance business, which allow matching liabilities arising from life insurance contracts and financial assets.

In this paper we develop the procedure to obtain the actuarial liability using two different immunization procedures: cash-flow matching and duration matching. We focus on developing a practical immunization model which incorporates the specific constraints established by the Spanish Law.

We underline the need to develop the technical bases which allows a correct and successful asset – liability management in life insurance business.

#### **PALABRAS CLAVE**

Inmunización. Gestión de Activos-Pasivos. Tipo de interés técnico. Riesgo de interés. Valor de mercado.

#### **KEY WORDS**

Immunitation. Asset-Liability Management. Technical interest rate. Interest rate risk. Fair value.

## **1. INTRODUCCIÓN. OBJETO DEL TRABAJO.**

Con el fin de fomentar a la industria aseguradora en España, el Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados aprobado por incluyó normativa específica que, en base al principio de suficiencia de las provisiones técnicas, regula el tipo de interés aplicable en las operaciones de seguro de vida en particular, así como a la vinculación y afección de compromisos y activos y la asunción del riesgo de inversión por el asegurado.

De hecho, el tipo de interés utilizado tanto en la base técnica del seguro como en el cálculo de la provisión matemática y la posibilidad de que éste sea diferente al planteado inicialmente en la equivalencia financiero-actuarial para la determinación de la prima correspondiente al producto, tienen un reconocimiento expreso y detallado en el artículo 33 del mencionado Reglamento. Este artículo fue desarrollado en la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998 por la que se desarrollan determinados preceptos de la normativa reguladora de los seguros privados y se establecen las obligaciones de información como consecuencia de la introducción del euro. Posteriormente, el Real Decreto 239/2007, de 16 de febrero de 2007, por el que se modifica el Reglamento de Ordenación y Supervisión de los seguros privados, modifica el método para la estimación del tipo de interés para el cálculo de la provisión de los seguros de vida.

A lo largo de esta normativa se establecen:

1. Requisitos que deben reunir las inversiones a asignar a las operaciones de seguro de vida para que pueda considerarse que aquéllas resultan adecuadas a éstas;
2. Márgenes prudenciales que deben establecerse entre la rentabilidad de las inversiones y el tipo de interés técnico a utilizar en el cálculo de la provisión matemática, los cuales vienen impuestos por la Tercera Directiva de dichos seguros y resultan necesarios para garantizar que la operación se lleve a cabo en condiciones adecuadas, teniendo en cuenta la complejidad que conllevan estos sistemas;
3. Procedimientos y periodicidad de los controles a realizar con la finalidad de evitar o corregir las posibles desviaciones que se puedan producir respecto de las hipótesis demográficas, financieras o económicas.

Por lo que al primer aspecto se refiere, las inversiones, además de los necesarios requisitos en cuanto a su seguridad, liquidez y predeterminación

*Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

del rendimiento, deben resultar adecuadas a la operación de seguro atendiendo a dos criterios alternativos, conforme se establece en el Real Decreto de 2007:

- a) Que exista coincidencia suficiente, en tiempo y cuantía, de los flujos de cobro para atender al cumplimiento de las obligaciones derivadas de la póliza o un grupo homogéneo de pólizas.
- b) Que exista una adecuada relación, dentro de unos márgenes establecidos, entre los valores actuales de las inversiones y de las obligaciones derivadas de las operaciones de seguro a las que aquéllas están asignadas, y el correcto tratamiento de los riesgos inherentes a la operación.

El primero de los criterios citados disfruta de una amplia experiencia en su utilización por las entidades aseguradoras y en su control por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones.

El segundo de los criterios resulta novedoso en la normativa reguladora del seguro privado, y encuentra su base en las técnicas de inmunización de carteras que ya se aplican en un buen número de entidades financieras, y cuya utilización por las entidades aseguradoras requiere un alto grado de tecnificación y profesionalización en la gestión de sus activos.

Con la aplicación de estos modelos inmunizadores la entidad aseguradora puede operar de forma más sólida y rentable al coordinar adecuadamente su activo y su pasivo a través de una gestión integrada. Este proceso continuo de formular, supervisar y relacionar al pasivo con el activo viene marcado por una serie de restricciones prácticas a las que se deben añadir las restricciones legales desarrolladas en la Orden EHA/339/2007, de 16 de febrero, cuyo fin es el de alcanzar un objetivo financiero prefijado.

Además, hay que situar la aplicación de estos modelos en el nuevo marco para la evaluación de la solvencia de las entidades aseguradoras, conocido en Europa como proyecto “Solvencia II”, en el cual se pretende que la entidad aseguradora mantenga, en todo momento, de un nivel adecuado de provisiones técnicas, por una parte, y de una cifra de capital adecuada a los riesgos a los que está expuesta la entidad, por otra. Por tanto, en realidad se trata de que la entidad disponga en todo momento de unos recursos financieros globales materializados en activos adecuados, que le permitan hacer frente a sus obligaciones con las pólizas –provisiones técnicas- y al conjunto de riesgos a los que está expuesta la entidad, los cuales pueden

provocar fluctuaciones en las magnitudes relevantes que podrían no estar adecuadamente cubiertas con las provisiones técnicas.

Esta consideración global de los recursos financieros de la entidad aseguradora, y de los activos en los que están materializados, implica que la valoración tanto de los activos como de los pasivos debe realizarse, coherentemente, conforme a un mismo criterio uniforme, el cual se propone que sea, con carácter general, el del valor real –*fair value*, en lengua inglesa-, el cual coincide con:

- el precio de mercado, si se trata de elementos que cotizan en mercados financieros líquidos (lo cual no ocurre en muchos casos, sino, más bien, solamente con determinados tipos de activos financieros);
- el “valor razonable”, si se trata de elementos –activos o pasivos- que no cotizan en mercados financieros líquidos, como es el caso, en general, de las provisiones técnicas, y, por tanto, en particular, de las provisiones matemáticas de los seguros de vida. Dicho valor razonable se obtiene como el valor actual medio esperado de todos los flujos de caja probables que razonablemente –basándose en estimaciones creíbles conforme a la experiencia- se espera que el elemento genere en el futuro; por tanto, en el caso de la provisión matemática de los seguros de vida se obtendrá a partir de los flujos –pagos y, en su caso, cobros- probables que se espera que genere la póliza, y, lógicamente, utilizando un tipo de interés de valoración que sea coherente con las condiciones del mercado.

En el presente trabajo se describe el procedimiento a llevar a cabo para determinar la provisión matemática bajo el modelo español de gestión integrada de pasivos y activos, a través de las técnicas inmunizadoras descritas en la normativa mencionada y teniendo en cuenta tanto las condiciones y los requisitos propios de las estrategias inmunizadoras como aquéllos derivados de las disposiciones legales que constituyen el marco en el que debe tener lugar la correcta implantación de los modelos en la entidad aseguradora.

Este análisis del modelo inmunizador en el mercado español no es estático, sino que requiere de tomas de decisiones en el momento de su instauración, así como de futuros rebalances, incluyendo en cada momento los requisitos legales que han sido desarrollados en el Real Decreto 239/2007 y la Orden EHA/339/2007.

Se propone, por tanto, razonadamente, un modelo matemático para la gestión integrada de pasivos y activos, entendiéndolo como un proceso continuo en el que se ha de seleccionar la forma/composición/estructura óptima de la cartera de activos financieros para la cobertura del conjunto de pasivos u obligaciones contractuales asumidas por la entidad aseguradora, teniendo en cuenta la clasificación crediticia de los activos –en función del riesgo de insolvencia que suponen- y sin olvidar que, en todo momento, tanto los activos como los pasivos son, frecuentemente, ser de naturaleza aleatoria (en el caso de los pasivos, como corresponde intrínsecamente a las operaciones actuariales de los seguros de vida).

## **2. LA PROVISIÓN MATEMÁTICA EN SEGUROS VIDA**

### **2.1. Concepto**

El pasivo de una entidad aseguradora lo constituyen las obligaciones estipuladas en las pólizas de seguros, de acuerdo a una base técnica diseñada por un actuario. Técnicamente, la provisión matemática se determina como *aquella parte del valor actuarial de las prestaciones que debe estar constituida a la edad alcanzada, dependiendo de las hipótesis del plan y en base al desarrollo normal y acertado de éstas* [Betzuen y Blanco, 1.989].

En el momento de la contratación de la póliza de seguros, el asegurado no ha abonado ninguna cantidad y, por tanto, su correspondiente provisión matemática es nula:

$$PM_{x_e} = 0$$

Siendo  $x_e$  la edad de entrada o de contratación. Sin embargo, ese equilibrio inicial entre los compromisos de las partes del contrato de seguro no existe con posterioridad, sino que en cualquier momento posterior al inicial y, supuesto que el asegurado se encuentra con vida, el valor actual medio esperado de los compromisos de la entidad aseguradora ha de ser mayor que el valor actual medio esperado de las obligaciones pendientes del asegurado, pues, de no ser así la póliza, en lugar de ser un activo, sería un pasivo para el tomador [Moreno *et al*, 2005].

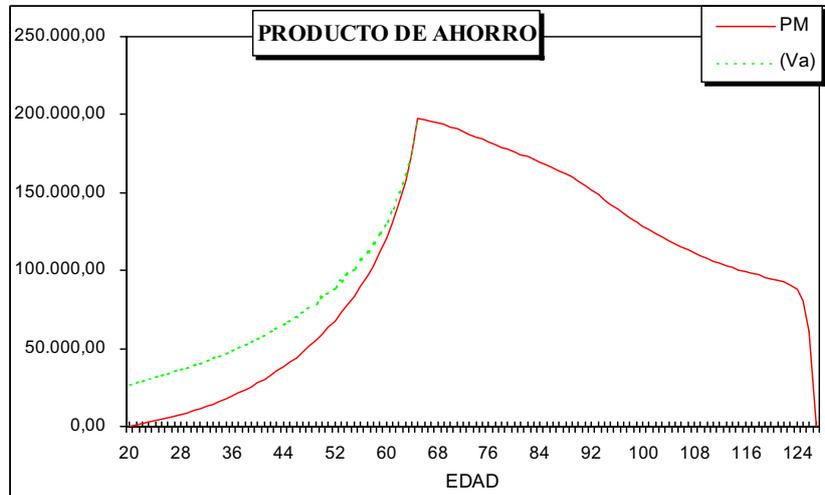


Gráfico 1

En el caso de que se contrate un producto asegurador de ahorro como puede ser el que garantice una renta periódica vitalicia a partir de la edad de jubilación ( $x_j$ ) de cuantía  $B$ , al alcanzar dicha edad de jubilación, el valor de las prestaciones futuras ha tenido que ser constituido, coincidiendo la provisión con el valor actual actuarial a la edad de jubilación de las prestaciones futuras hasta el fallecimiento del asegurado (siendo  $\omega$  la edad límite):

$$PM_{x_j} = (Va)_{x_j} = \sum_{h=x_j}^{\omega} B_h \cdot v^{h-x_j} \cdot {}_{h-x_j}p_{x_j}^m$$

siendo:

- $PM_{x_j}$  : Provisión matemática a la edad de jubilación.
- $(Va)_{x_j}$  : Valor actual actuarial de las prestaciones de jubilación a la edad de jubilación.
- $v^{h-x_j}$  : Factor de actualización financiera correspondiente a un periodo de  $x_j-h$  años.
- ${}_{h-x_j}p_{x_j}^m$  : Probabilidad de que un beneficiario de la prestación de jubilación de edad  $x_j$  alcance con vida la edad  $h$ , siendo el fallecimiento la única causa de salida.

*Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

La provisión matemática crece paulatinamente desde la edad en la que se efectúa la equivalencia financiero-actuarial (edad de entrada  $x_e$ , a partir de la cual se abonan las primas) hasta la edad en la que el asegurado va a empezar a recibir las prestaciones de jubilación (considerada en nuestro caso a los  $x_j$  años), momento a partir del cual no se realiza ninguna otra aportación, debiendo tener en ese momento un montante máximo para hacer frente a todas las prestaciones futuras probables. Su evolución puede apreciarse en el gráfico 1.

Si se contrata un producto asegurador de riesgo como puede ser el que garantice un capital único de cuantía  $B$  al fallecimiento del trabajador si ocurre con anterioridad a la edad de jubilación ( $x_j$ ), al alcanzar dicha edad de jubilación, el valor de las prestaciones futuras es también nulo, al no existir riesgo futuro de acaecimiento de la contingencia, y siendo, por tanto, el valor de la provisión también nulo:

$$PM_{x_j} = (Va)_{x_j} = 0$$

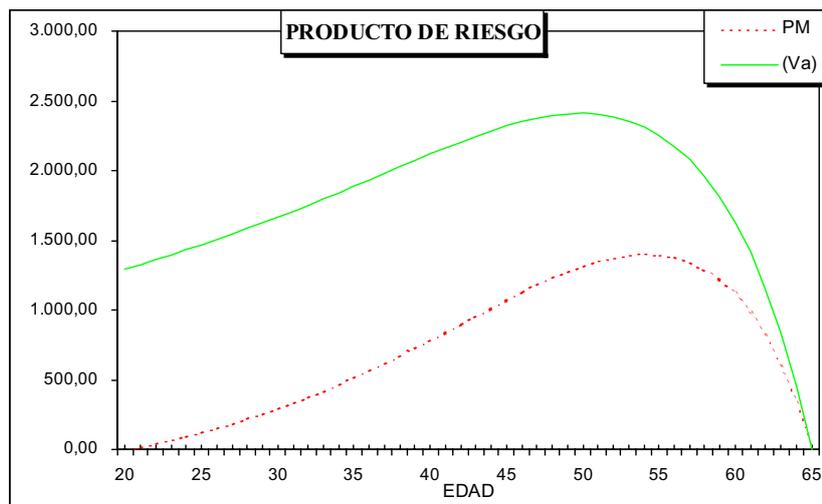


Gráfico 2

Sin embargo a una edad intermedia entre esa edad de entrada y la edad de jubilación, la provisión matemática toma valores positivos debido a que el valor actual de las aportaciones que todavía puede realizar el tomador del seguro es inferior al valor actual de la posible indemnización que se pagaría caso de que ocurriese el siniestro (gráfico 2).

## 2.2. Cálculo

En el periodo comprendido entre esos dos extremos, la provisión matemática se puede expresar de diferentes formas, dependiendo del método para financiar las prestaciones [De La Peña, 2000]. En el cálculo de la provisión matemática se tiene en cuenta la edad de cada asegurado en la fecha a la que se refiere el cálculo ( $x$ ), la prestación prometida ( $B_x$ ), el método de distribución de coste empleado y evolución de la cuota de aportación ( $CA$ ), las probabilidades de fallecimiento ( $q_x^m$ ), invalidez ( $q_x^i$ ), rotación ( $q_x^r$ ), así como el tipo de interés ( $i$ ) a utilizar en la valoración.

$$f(x; CA; B_x; q_x^m; q_x^i; q_x^r; i; \dots)$$

Su cálculo es individualizado y realizado a través de sistemas financiero-actuariales de capitalización.

Además, el cálculo de la provisión matemática puede realizarse bien en función de las obligaciones futuras, tanto de la Entidad Aseguradora como del asegurado, bien de las obligaciones pasadas o vencidas de ambos. Estos dos métodos de cálculo se exponen a continuación.

### i) Método prospectivo.

Calculada por este método, la provisión matemática queda definida como la diferencia entre el valor actual actuarial de las obligaciones del asegurador y las del asegurado. Se trata del método que exige el art. 32 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados, que establece que la base de cálculo de la provisión es la prima de inventario, entendiendo por tal la prima pura incrementada en el recargo para gastos de administración previsto en la base técnica del producto.

$$PM_{x_a} = (Va)_{x_a} - (Cfa)_{x_a}$$

siendo

- $PM_{x_a}$  : Provisión matemática a la edad alcanzada.
- $(Va)_{x_a}$  : Valor actual actuarial, a la edad alcanzada  $x_a$ , de las obligaciones futuras del asegurador.
- $(Cfa)_{x_a}$  : Valor actual actuarial, a la edad alcanzada  $x_a$ , de las obligaciones futuras del asegurado.

### *Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

Este cálculo al realizarse sobre importes futuros actualizados a un tipo de interés, está influenciado por el riesgo de interés (variaciones que pueda experimentar éste).

#### *ii) Método retrospectivo.*

La provisión matemática de un asegurado puede obtenerse como el montante de todas las primas o aportaciones pasadas efectuadas desde la edad de entrada en el colectivo hasta el momento del cálculo de la provisión, aminorando el valor del riesgo cubierto o de la prestación consumida. Normalmente, la cuota de aportación del año en curso queda excluida a efectos del cálculo, dado que suele tratarse de primas prepagables.

$$PM_{x_a} = (Cps)_{x_a} - (Vps)_{x_a}$$

Donde

$(Cps)_{x_a}$  : Primas o cuotas pasadas capitalizadas actuarialmente hasta la edad alcanzada o de valoración.

$(Vps)_{x_a}$  : Valor de las prestaciones pasadas capitalizadas hasta la edad alcanzada o de valoración.

Al tratarse de un valor calculado conforme a la experiencia real pasada, no está afectado por el riesgo de interés. Únicamente puede determinarse la provisión matemática a través del método retrospectivo cuando pueda demostrarse que el importe obtenido no resulta inferior del que se obtendría a través del método prospectivo de cálculo suficientemente prudente, o cuando no se pudiera utilizar éste para el tipo de contrato empleado (art. 20 de la Directiva 2002/83/CE y art. 32 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados).

## **3. EL TIPO DE INTERÉS**

### **3.1. Tipo de interés técnico**

El tipo de interés técnico es aquel tanto de interés que se toma como representante de las ganancias y rendimientos esperados de la inversión por la entidad aseguradora de los fondos recibidos de las pólizas. Se trata de un parámetro de difícil estimación, y su estructura es diferente de la que tendría en una operación puramente financiera.

El tipo de interés técnico juega un papel trascendental en el seguro de vida, al ser una variable imprescindible para obtener el valor actual de las prestaciones prometidas. Es normal considerar el tipo de interés constante, siendo éste en realidad un caso especial, ya que se debe permitir la posibilidad de que el tipo de interés varíe en el tiempo. Además, las circunstancias económicas en las que se desenvuelva la empresa aseguradora pueden obligar a cambiar el tipo de interés establecido inicialmente, posibilidad que será una norma cuando se implante el nuevo marco para la evaluación de la solvencia de la entidad aseguradora, dado que, como se ha indicado más arriba, también los pasivos actuariales (como la provisión matemática) deben valorarse conforme a su “valor razonable”, el cual ha de obtenerse empleando un tipo de interés que sea coherente con las condiciones del mercado en cada momento.

Al menos teóricamente [De La Peña, 2000], se puede decir que el tipo de interés técnico está integrado por una parte correspondiente al precio financiero puro, otra al diferencial correspondiente al riesgo intrínseco de la inversión y una última que contempla el componente de inflación. Sin embargo, muchos actuarios utilizan un tipo de interés técnico inferior al tanto de rendimiento esperado más bajo de la cartera de inversiones de la empresa aseguradora, por dos razones principalmente [Brownlee, H. J. y Daskais, R., 1991]:

1. La necesidad de ser prudente debido a la volatilidad de los flujos esperados, tanto en el tiempo como en el pago.
2. Muchos actuarios no consideran cómo interaccionan los activos y los pasivos propios del negocio asegurador y no analizan cómo se pueden amortiguar los efectos derivados de cambios futuros en sus importes, lo cual puede ser previsto y solucionado utilizando técnicas inmunizadoras.

Es precisamente la utilización de técnicas inmunizadoras lo que permite el empleo de un tipo de interés técnico (exponente de ganancias futuras) garantizando los compromisos asumidos por la empresa aseguradora en los contratos de seguros suscritos, con independencia de las variaciones que experimente el tipo de interés de mercado (riesgo de interés).

### **3.2. Tipo de interés máximo**

En el artículo 2 del Real Decreto 239/2007 de 16 de febrero que modifica el Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados, aprobado por el Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre, se da una nueva redacción al artículo 33 de dicho Reglamento, en el cual se regula el tipo de interés a emplear para la determinación de la provisión del seguro de vida.

*Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

Con anterioridad a la promulgación de este Real Decreto se delimitaba el tipo de interés máximo para los seguros expresados en moneda nacional como el 60 por 100 de la media aritmética ponderada de los tres últimos años de los tipos de interés medios del último trimestre de cada ejercicio de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado a cinco o más años. La ponderación a efectuar era de 50 por 100 para el dato del último año, del 30 por 100 para el del anterior y del 20 por 100 para el primero de la serie (el más alejado en el tiempo). Dicho tipo de interés era de aplicación a lo largo del ejercicio siguiente al último que se hubiera tenido en cuenta para el referido cálculo. De esta forma, siendo  $im_t$  el tipo de interés máximo a aplicar en el periodo  $t$ -ésimo, éste venía determinado como:

$$im_t = 60\% \cdot (50\% \cdot i_{t-1} + 30\% \cdot i_{t-2} + 20\% \cdot i_{t-3})$$

siendo:

- $i_{t-1}$  : Tipo de interés medio del último trimestre del ejercicio  $t-1$  de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado a cinco o más años.
- $i_{t-2}$  : Tipo de interés medio del último trimestre del ejercicio  $t-2$  de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado a cinco o más años.
- $i_{t-3}$  : Tipo de interés medio del último trimestre del ejercicio  $t-3$  de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado a cinco o más años.

En la nueva redacción dada al apartado 1 a) del artículo 33 por el Real Decreto 239/2007 de 16 de febrero, dicho tipo viene determinado como el 60 por 100 de los tipos de interés medios del último trimestre del ejercicio anterior al ejercicio en el que resulte de aplicación de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado. Conforme a la Circular de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones sobre las tasas a utilizar para la valoración de determinados títulos de renta fija al cierre del cuarto trimestre de 2007, éstas se calculan teniendo en cuenta la media resultante del Mercado de Deuda Pública anotada del Banco de España teniendo en cuenta el volumen contratado.

$$im_t = 60\% \cdot \frac{n_a \cdot i_a + n_b \cdot i_b + \dots + n_z \cdot i_z}{n_a + n_b + \dots + n_z} = 60\% \cdot \frac{\sum_{h=a}^z n_h \cdot i_h}{\sum_{h=a}^z n_h}$$

donde:

- $i_h$  : Tipo de interés medio del último trimestre del ejercicio anterior, correspondiente a empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado a un plazo  $h$ -ésimo.
- $n_h$  : Proporción de volumen contratado en el último trimestre del ejercicio anterior de los empréstitos a plazo  $h$ -ésimo sobre el total de volumen contratado de las distintas referencias de Deuda Pública en el último trimestre del ejercicio anterior.

Los valores que ha tomado el tipo de interés técnico máximo fijado anualmente y publicado por las Resoluciones anuales de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, desde que entró en vigor el Reglamento, se exponen en la Tabla 1 y en el Gráfico 3:

Tipos de interés anual máximos										
AÑO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
TIPO	3,20%	3,15%	3,15%	3,11%	2,89%	2,68%	2,42%	2,42%	2,42%	2,60%

Tabla 1

Se puede apreciar su decrecimiento hasta estancarse en valores que rondan el 2,5%, siendo reflejo de la evolución del coste a medio plazo de la deuda pública.

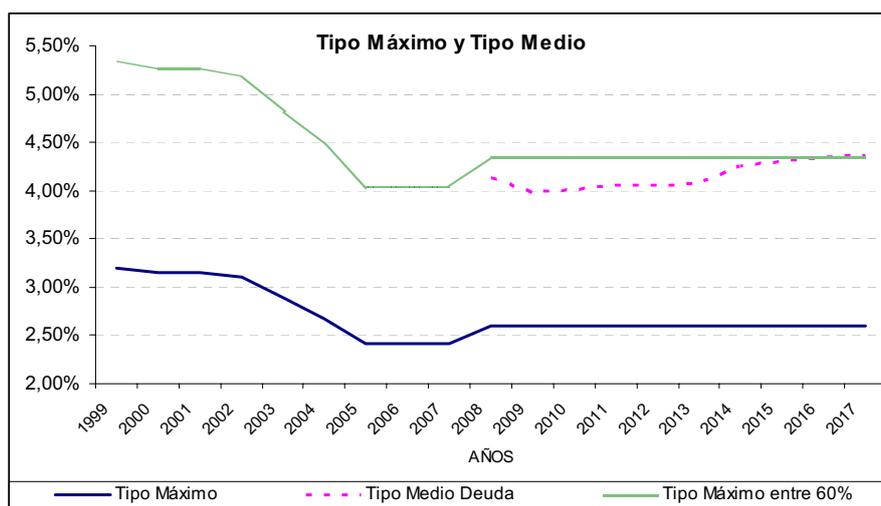


Gráfico 3

### *Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

Para el 2008, puede apreciarse la lógica diferencia entre los tipos medios de la deuda del Tesoro a los distintos plazos futuros y el tipo de interés máximo fijado para 2008 para valorar los flujos futuros de un seguro de vida. Igualmente, dividiendo el tipo máximo entre el 60% de su definición de cálculo, se obtiene los tipos medios de la deuda del tesoro. Estos son superiores para plazos de hasta 8 años y a partir de ese momento, los tipos medios a plazo son superiores al tipo medio general.

### **3.3. Tipo de interés con inversiones afectas**

No obstante lo dicho en el apartado anterior, en el apartado 2 del mencionado artículo 33 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados se establece la posibilidad de emplear un tipo de interés técnico superior al máximo fijado anualmente por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, siempre que así esté previsto en la base técnica correspondiente y la entidad aseguradora haya asignado inversiones a esas operaciones de seguro (cuyo tanto interno rentabilidad sea, lógicamente, superior a aquel máximo prefijado).

En tal caso sí se puede calcular la provisión matemática utilizando un tipo de interés superior al máximo fijado, si bien dicha asignación de inversiones a las operaciones de seguro debe implicar que se cumpla alguna de estas dos condiciones:

- a) Que exista coincidencia suficiente, en tiempo y cuantía, de los flujos de cobro para atender al cumplimiento de las obligaciones derivadas de una póliza o un grupo homogéneo de pólizas, de acuerdo con su escenario previsto.
- b) Que las relaciones entre los valores actuales de las inversiones y de las obligaciones derivadas de las operaciones a las que aquéllas están asignadas, así como los riesgos inherentes a la operación financiera, incluido el de rescate y su cobertura, estén dentro de los márgenes establecidos al efecto.

Las ventajas de emplear el tipo de interés correspondiente a los rendimientos de las inversiones afectas pueden ser:

- El producto correspondiente podrá garantizar rentabilidades mayores.
- Se pueden comercializar productos a primas más bajas, o bien incrementar la participación en los beneficios por rendimientos financieros, con lo que parte de esa mayor rentabilidad retorna al asegurado. Esto no quiere decir que el riesgo de la operación no esté

cubierto, sino que la prima recaudada se gestiona financieramente mejor a través de la asignación de activos financieros que permiten abonar la posible prestación en el momento futuro en el que pueda darse la contingencia contemplada.

- Se liberan recursos financieros.
- La gestión financiera de la entidad se hace más especializada.
- Se estimula la competencia en el sector –y su dinamismo, por tanto- al ofrecerse productos más competitivos.
- Las compañías aseguradoras podrían conseguir asegurar mínimamente los rendimientos financieros, tanto en sus valores de mercado como en su reflejo contable.

Sin embargo, es indudable que, dado el servicio social que constituye el seguro de vida, ha de existir una adecuada regulación y control de sus diferentes facetas, incluida, lógicamente, la cuestión de naturaleza financiera que se está tratando en este trabajo.

A continuación se va a analizar este aspecto financiero que puede permitir la optimización de las operaciones de seguros a través de la asignación individualizada a cada producto comercializado de activos financieros idóneos, así como su regulación y control, para que el seguro pueda seguir prestando el servicio social que conlleva.

No obstante el tipo de interés máximo anterior, puede emplearse otro tipo de interés como máximo bajo ciertas condiciones. De hecho el punto 2 de este mismo artículo indica que puede emplearse el tipo de interés publicado por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones para el cálculo de la provisión de seguros de vida referente al ejercicio que corresponda a la fecha de efecto de la póliza, siempre que la duración financiera estimada al tipo de interés de mercado (duración modificada) de los cobros específicamente asignados a los contratos de seguro, resulte superior o igual a la duración financiera de los pagos derivados de los mismos atendiendo a sus flujos probables y estimada al tipo de interés de mercado.

$$DM_A(i) = \frac{\sum_{h=1}^t h \cdot A_h \cdot (1 + {}_h i_0)^{-h+1}}{\sum_{h=1}^t A_h \cdot (1 + {}_h i_0)^{-h}} \geq \frac{\sum_{h=1}^t h \cdot L_h \cdot (1 + {}_h i_0)^{-h+1}}{\sum_{h=1}^t L_h \cdot (1 + {}_h i_0)^{-h}} = DM_L(i)$$

siendo:

*Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

- $DM_A(i)$  : La Duración financiera modificada estimada al tipo de interés de mercado de los cobros específicamente asignados a los contratos de seguro.
- $DM_L(i)$  : La Duración financiera modificada estimada al tipo de interés de mercado de los pagos que se puedan devengar de los contratos de seguro suscritos.
- $A_h$  : Cobros o ingresos probables a obtener por las inversiones o las primas a recaudar en el periodo  $h$ -ésimo.
- $L_h$  : Pagos u obligaciones probables a abonar en el periodo  $h$ -ésimo.
- ${}_h i_o$  : Tipo de interés periódico al plazo  $h$ -ésimo libre de riesgo o *spot rate* al plazo  $h$ -ésimo.

Si no se cumpliera esta condición, el tipo de interés máximo aplicable a la provisión de seguros de vida individual correspondiente al periodo que excede de la duración financiera de los activos, será el previsto inicialmente, esto es, el tipo de interés máximo publicado por la Dirección General de Seguros.

Los flujos de los activos a tener en cuenta serán los específicamente asignados a aquellos que dispongan de vencimiento cierto y cuantía fija, o vencimiento cierto y cuantía determinable si su importe se referencia a variables financieras. Igualmente y como novedad con respecto a la anterior normativa, el Real Decreto 239/2007 incorpora la posibilidad de incluir también los seguros a prima periódica donde las futuras primas corresponderían a ingresos probables futuros, tal y como detalla [De La Peña, 2004].

El valor de mercado de los activos no considerados en el cálculo de la duración financiera que hayan sido asignados específicamente a los compromisos cuya provisión de seguros de vida se calcule conforme a lo dispuesto en este apartado, no podrá exceder en más de un 20 por ciento del valor de mercado de la totalidad de los activos asignados.

$$A(i)_0^{EXCLUIDOS} \leq 20\% \cdot A(i)_0$$

### **3.4. Activos aptos para inversiones afectas**

Conforme al artículo 2 de la Orden EHA/339/2007, de 16 de febrero, los activos financieros en los que se inviertan las provisiones matemáticas han de pertenecer a alguna de las siguientes categorías (las cuales, lógicamente,

se encuentran dentro del conjunto de los activos aptos para la cobertura de provisiones técnicas):

1. Valores negociables de renta fija de los tres primeros grupos de mayor calificación crediticia conforme a la Tabla 2<sup>(5)</sup>:

<b>GRUPO</b>	<b>Categoría</b>
1	AAA y AA
2	A
3	BBB

Tabla 2

Si incorporaran opciones de compra a favor del emisor, tan sólo se pueden contemplar los flujos que se produzcan hasta el vencimiento de la primera opción<sup>(6)</sup>.

2. Depósitos de entidades de crédito.
3. Tesorería.
4. Activos financieros estructurados, siempre que dispongan de vencimiento cierto y sus flujos nominales sean ciertos en plazo e importe, cumpliéndose en todo caso los siguientes requisitos:
  - no contengan como colaterales instrumentos derivados que exponen a la entidad a un nivel de endeudamiento o pérdidas que excedan del valor del activo financiero estructurado;
  - y la operación en su conjunto no podrá quedar deshecha por acontecimientos o eventos que afecten a una parte de los colaterales incluidos en el activo financiero estructurado.
5. Instrumentos financieros derivados que sean utilizados como instrumentos de cobertura de los compromisos asumidos en virtud de las operaciones de seguro.

---

<sup>5</sup> Clasificación que, a su vez, se establece en el artículo 17 de la misma norma. A pesar de que se indica un cuarto grupo de activos con menor calidad crediticia, no se prevé su empleo para la determinación de la rentabilidad penalizada.

<sup>6</sup> Los instrumentos derivados sólo se admiten en la medida que constituyan operaciones de cobertura de riesgos inherentes a la cartera de activos de la entidad aseguradora o de los compromisos que asume.

*Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

6. Participaciones en fondos de inversión que garanticen la revalorización de las participaciones en cuantía y fecha, siempre que el reglamento de gestión del fondo prevea el cálculo del valor liquidativo y el reembolso de las participaciones en un plazo no superior a tres días.

En función de lo expuesto hasta ahora, se deduce que el tipo de interés con el que se determinará la provisión matemática es el implícito resultante de comparar el valor actual de los activos anteriores actualizados al tanto de rentabilidad interno (obtenido a través de su valor de adquisición), si bien la normativa (punto 3 del art. 2 de la mencionada Orden) nos indica que debemos penalizarlo en un porcentaje dependiente de la calidad crediticia de las emisiones, el cual se indica en la tabla 3:

<b>GRUPO</b>	<b>Categoría</b>	<b>Penalización % · <math>P_0</math></b>
1	AAA y AA	95%
2	A	92%
3	BBB	89%

Tabla 3

De esta forma, si se representa por  $P_0$  al valor de adquisición del activo financiero,  $P_n$  a su valor de reembolso y  $c$  a los cupones periódicos constantes que abona, el tanto interno de rentabilidad se obtendría de la equivalencia financiera entre el valor actual de las prestaciones y el de las contraprestaciones que implica el activo financiero:

$$P_0 = c \cdot a_{\overline{n}|r} + \frac{P_n}{(1+r)^n}$$

debiendo emplear, finalmente, para la evaluación de la provisión matemática un tipo de interés penalizado ( $r'$ ) según la calidad crediticia del emisor del activo financiero:

$$r' = r \cdot \% \cdot P_0$$

En nuestra opinión dado que en una economía eficiente y diversificada dentro de un macromercado financiero como es la Unión Europea, los activos de los estados miembros tienen la categoría de libres de riesgo de insolvencia (si existiese, quebraría el modelo de mercado), su rentabilidad

debiera incluirse por su valor bruto y no neto después de una cierta penalización.

En lo que se refiere a la renta variable, (art. 3.2 de la Orden): la rentabilidad que se le asignará a ésta no superará la rentabilidad media de las Obligaciones del Estado con una duración inicial equivalente o más próxima a cada uno de los flujos pasivos que esté cubriendo, ponderada por los plazos e importes de dichos flujos y medida en el momento de la adquisición de la renta variable.

Conforme a la Circular de la Dirección General de Seguros al cierre del cuarto trimestre de 2007, las tasas de interés para los años 11º al 29º (inclusive) podrán obtenerse mediante interpolación lineal.

Así mismo, es destacable que, a pesar de permitirse la inversión en renta variable, el tanto de rentabilidad a computar para la determinación de la provisión matemática es el que corresponde a la renta fija libre de riesgo de insolvencia para aquellos compromisos que tengan un plazo más allá de 10 años de vencimiento desde el momento del cálculo de éste.

Por lo tanto, para determinar la provisión matemática de los seguros de vida con inversiones afectas se empleará un tipo de interés correspondiente a la rentabilidad media ponderada y penalizada de los activos financieros afectos al contrato de seguro. Este tipo de interés resultante ( $ir$ ) será:

$$ir = r'_1 \cdot \frac{X_1}{A(hi_o)} + r'_2 \cdot \frac{X_2}{A(hi_o)} + \dots + r'_w \cdot \frac{X_w}{A(hi_o)}$$

siendo:

- $A(hi_o)$  : Cartera de títulos en el momento inicial.
- $X_h$  : Importe de la cartera de inversiones invertido en el título  $h$ -ésimo.
- $r'_h$  : Tanto de rentabilidad penalizado según la calidad crediticia del emisor, correspondiente al activo financiero  $h$ .

## 4. MODELOS DE INMUNIZACIÓN

### 4.1. Congruencia Absoluta o *Cash Flow Matching*

Esta estrategia inversora consiste en la igualación en cuantía y tiempo de los pagos a realizar en el periodo  $h$ -ésimo con los ingresos a obtener en ese periodo

### Provisión matemática a tipos de interés de mercado

$h$ -ésimo, provenientes de la cartera de inversiones asignadas al producto comercializado. Ello implica que los cupones y amortizaciones de los títulos en los que se ha invertido, así como las primas probables futuras a percibir, totalizarán un flujo económico suficiente para abonar los pagos probables de ese año. Para un periodo  $h$ -ésimo cualquiera:

$$L_h = n_1 \cdot F_h^1 + n_2 \cdot F_h^2 + \dots + n_w \cdot F_h^w$$

siendo

- $F_h^t$  : Flujo económico producido por el título  $t$  en el periodo  $h$ -ésimo.  
 $n_h$  : Proporción que representa el título  $h$  sobre la totalidad del activo.

#### 4.1.1. Función objetivo

Se trata de un modelo en el que se plantea un programa lineal con  $w$  variables (la cuantía invertida en los  $w$  diferentes títulos financieros) y  $s+1$  restricciones. La función objetivo puede ser una de las dos siguientes:

- Por una parte, dado el tamaño de la cartera de títulos ( $A({}_h i_0)_0$ ), puede consistir en encontrar aquella distribución de títulos que proporciona una rentabilidad dada [Christensen & Fabozzi, 1995]
- Por otra parte, se puede buscar la estructura de títulos de la cartera de inversiones que resulte de un mínimo coste total de la cartera:

$$\text{Min } A({}_h i_0)_0 = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_j + \dots + X_w$$

siendo:

- $X_i$  : Importe de la cartera invertido en el título  $j$ -ésimo.

La proporción invertida en el título  $j$ -ésimo vendría dada por:

$$n_j = \frac{X_j}{A({}_h i_0)_0}$$

#### 4.1.2. Restricciones

En ambos casos, la función deben cumplirse las siguientes restricciones:

**4.1.2.1. Coincidencia en cuantía y tiempo de flujos intermedios**

Para cada periodo deben obtenerse flujos suficientes de forma que se pueda hacer frente a todos y cada uno de los pagos a realizar, no sólo en cuantía sino también en tiempo:

$$\begin{aligned}
 n_1 \cdot F_1^1 + n_2 \cdot F_1^2 + \dots + n_w \cdot F_1^w &= L_1 \\
 n_1 \cdot F_2^1 + n_2 \cdot F_2^2 + \dots + n_w \cdot F_2^w &= L_2 \\
 &\dots\dots\dots \\
 n_1 \cdot F_s^1 + n_2 \cdot F_s^2 + \dots + n_w \cdot F_s^w &= L_s
 \end{aligned}$$

siendo  $F_h^t$  el flujo de caja producido por el título  $t$  en el periodo  $h$ -ésimo.

Nótese que en esta restricción no aparecen los precios de los títulos. En una estrategia inmunizadora en base a una congruencia absoluta, el fondo inversor debe concentrarse únicamente en los flujos y aunque varíen los precios de los títulos a lo largo de los años, está garantizado el cumplimiento de los compromisos siempre que los flujos sean completos (en cuantía) y puntuales (en vencimiento).

Las inversiones en las que se materialice la prima recaudada por el contrato de seguro de vida han de atender a la coincidencia en cuantía y tiempo, de los flujos de cobro para así atender al cumplimiento de las obligaciones contempladas en la póliza (o grupo homogéneo de pólizas) de acuerdo con el escenario previsto. La Orden EHA/339/2007 indica que se entiende que coinciden suficientemente siempre que el saldo financiero al final de la operación sea mayor o igual que cero.

Sean  $s$  el momento en el que se realiza el último pago probable  $L_s$  y  $F_s$  los flujos económicos procedentes de amortizaciones, intereses, primas probables a recaudar y desinversiones de la cartera de títulos en ese momento. Se debe cumplir que el saldo ( $S_s$ ) en ese momento ha de ser no negativo:

$$S_s = F_s - L_s \geq 0$$

y que en todos y cada uno de los meses los saldos cumplan “alguno” de los siguientes requisitos:

*Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

- a) Que los flujos intermedios de cobros ( $F_h$ ) y pagos ( $L_h$ ) coincidan perfectamente en cuantía y vencimiento:

$$F_h = L_h \\ \forall h \in [1; s]$$

o bien que los cobros sean anteriores en tiempo a los pagos, siendo superiores en cuantía. Para una fracción de tiempo  $\theta$  y un tanto anual de reinversión financiera del periodo  $h$ -ésimo  ${}_{\theta}f_h$ , esta condición vendría dada por:

$$F_{h-\theta} \cdot (1+{}_{\theta}f_h)^{\theta} \geq L_h \\ \forall h \in [1; s]$$

- b) El saldo financiero ( $S_h$ ) obtenido al final de cada mes (resultante de capitalizar al tipo de reinversión tanto los cobros como los pagos diarios del mes, así como de los anteriores) ha de ser positivo en todos y cada uno de los meses. A modo de simplificación se admite el empleo de la distribución uniforme en los pagos a mitad de mes, pero no así de los cobros, que se valorarán al final de mes. Esto es:

$$S_h \geq 0 \quad \forall h \in [1; s]$$

siendo,

$$S_h = \sum_{\theta=1}^{30} F_{h-\frac{\theta}{30}} \cdot (1+{}_1f_{h-1})^{\frac{30-\theta}{365}} - L_h \cdot (1+{}_1f_{h-1})^{15/365} \geq 0$$

- c) Se admite que alguno de los saldos mensuales no sea positivo si no supera la suma total de los pagos previstos del mes de referencia y los dos meses anteriores. Esto es,

Si  $S_h < 0$

$$S_{h+1} = S_h \cdot (1+{}_1f_h \cdot 1,5)^{1/12} + \sum_{\theta=1}^{30} F_{h+\frac{\theta}{30}} \cdot (1+{}_1f_h)^{\frac{30-\theta}{365}} - L_h \cdot (1+{}_1f_h)^{15/365} \leq \\ \leq \sum_{\theta=1}^{30} L_{h+\frac{\theta}{30}} + \sum_{\theta=1}^{30} L_{h-1+\frac{\theta}{30}} + \sum_{\theta=1}^{30} L_{h-2+\frac{\theta}{30}}$$

Adicionalmente, el saldo negativo al final de año no podrá superar el 12,5% de las prestaciones probables a otorgar ese año. Esto es,

$$S_{31/12/h} \leq 12,5\% \cdot \sum_{\theta=1}^{365} L_{h+\frac{\theta}{365}}$$

Los saldos negativos existentes se capitalizarán al tipo de reinversión que corresponda en cada momento incrementado en un 50%.

Para cualquiera de los requisitos anteriores, el tanto de reinversión a considerar será el tipo de interés máximo fijado por Resolución de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, si bien si se aseguran tipos de interés a plazo, se pueden tener éstos en consideración tanto para los saldos cuando sean positivos, como para la determinación del coste de financiación si los saldos fuesen negativos. En este caso deben incrementarse en un 50%.

Con estas medidas se busca una congruencia de saldos intermedios y que no exista un desequilibrio manifiesto entre los ingresos de la cartera de inversiones y los pagos probables por el contrato de seguro suscrito. También se pretende (acertadamente) diferenciar los tipos de reinversión a emplear: al tanto implícito a plazo correspondiente cuando existen saldos intermedios positivos, y al tanto implícito en el caso de que el saldo intermedio resulte negativo (penalizando el uso de recursos no disponibles).

#### **4.1.2.2. No se acude al préstamo**

No se pide ninguna cuantía a préstamo, haciendo frente a los pagos prometidos con el fondo acumulado, luego la proporción de cada título ( $j = 1, 2, \dots, w$ ) en la cartera será positiva o nula.

$$\forall n_j \geq 0$$

#### **4.1.2.3. Asignación de los recursos**

Se invierte la totalidad de la cartera:

$$n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_w = 1$$

o lo que es lo mismo:

$$A({}_h i_0)_0 = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_w$$

#### 4.1.2.4. *Mínima dispersión entre los cobros y los pagos*

Al existir igualdad en cuantía y vencimiento de los flujos de caja intermedios, es fácilmente demostrable que la dispersión existente entre los flujos de caja del activo y del pasivo es nula. Esto es, que el riesgo de inmunización absoluto (*RIA*) es nulo [Iturricastillo, 2007].

$$RIA = \frac{\sum_{h=1}^n \left| \sum_{j=1}^h (A_j - L_j) \cdot (1 + {}_j i_0)^{-j} \right|}{\sum_{h=1}^n A_t \cdot (1 + {}_h i_0)^{-h}} \cdot \frac{1}{k}$$

donde,

- $A_j$  : Flujo de Activo en el momento  $j$
- $L_j$  : Flujo de Pasivo en el momento  $j$
- $k$  : Número de partes en las que se divide cada año al realizar el cálculo del RIA

con lo que ante cualquier movimiento del tipo de interés tanto el activo como el pasivo se moverán en el mismo sentido y cuantía.

#### 4.1.2.5. *Restricciones para operaciones a un plazo superior a 10 años*

Se debe apuntar en este marco práctico inmunizador que existe la facultad de separar la estructura temporal de obligaciones de la empresa aseguradora con el fin de la implantación de la estrategia inversora, distinguiendo entre aquellas obligaciones con vencimientos superiores a 10 años, las cuales se permiten que sean cubiertas a través de renta variable, y aquellas otras con vencimientos inferiores a 10 años, a las cuales se les puede aplicar la estrategia inmunizadora propiamente dicha.

Así, para operaciones a más de 10 años, es de recibo contemplar las restricciones sobre valores máximos a aplicar a la renta variable y que a modo de resumen implicarían las siguientes restricciones:

- i) No se puede invertir en renta variable ( $A({}_h i_0)^{RV}$ ) un importe superior al 25% de la provisión matemática al comienzo de la operación de seguro ( $PM({}_h i_0)$ ). Por lo tanto, en el inicio de la operación,

$$A({}_h i_0)^{RV} \leq 25\% \cdot PM({}_h i_0)$$

- ii) En todo momento el máximo anual de la cartera de inversiones que se puede mantener invertido en renta variable ha de ser menor o igual al valor actual de las obligaciones a plazo superior a 10 años. Inicialmente,

$$A({}_h i_0)^{RV} \leq \sum_{h=10}^s L_h \cdot (I+{}_h i_0)^{-h}$$

y para sucesivos periodos futuros:

$$A({}_h i_t)^{RV} \leq \sum_{h=10}^s L_{t+h} \cdot (I+{}_h i_t)^{-h}$$

- iii) Además de los requisitos anteriores, se limita el máximo a invertir en renta variable al 50% de la provisión matemática en cualquier momento:

$$A({}_h i_t)^{RV} \leq 50\% \cdot PM({}_h i_t)$$

El riesgo específico de inversión en renta variable se minimizará mediante su diversificación. Además, las acciones en las que se invierta han de tener una frecuencia de negociación superior al 80% de los días hábiles en el último trimestre en el mercado regulado en el cual se negocien y debe producirse una razonable diversificación por sectores de actividad.

#### 4.2. Congruencia por Duraciones o *Duration Matching*

Esta estrategia inmunizadora consiste en la estructuración de la cartera de inversiones a través de la igualación del plazo medio de los pagos probables futuros con el plazo medio de los ingresos futuros del fondo de inversiones a través del concepto de duración, con el fin de buscar una distribución de títulos que permanezca inmune ante el riesgo de interés.

### Provisión matemática a tipos de interés de mercado

Su apoyo teórico se basa en el teorema de Fisher y Weil [Fisher, L & Weil, R.L., 1971], conforme al cual un conjunto de flujos de caja futuros generados por una cartera (de títulos o de compromisos) estará inmunizada en un momento  $t$  determinado (por ejemplo en el origen de la operación) si la duración de dichos flujos económicos en el origen es igual al horizonte de planificación del inversor ( $H$ ), al cabo del cual se va a realizar un único pago. Se trata, por tanto, de una inmunización “simple”.

Frente a la inmunización simple, la inmunización “múltiple” es aquella en la que el inversor debe hacer frente a una distribución temporal de compromisos. El valor actual de dichos compromisos al tipo de interés de mercado en un momento  $t$ -ésimo ( $L_{(h-t)i_t}$ ) será:

$$L_{(h-t)i_t} = \sum_{h=t+1}^s L_h \cdot (1+i_{h-t})^{-h+t}$$

y podemos a su vez determinar el plazo medio en el que se debe hacer frente a dichos compromisos, o duración esperada ( $DE_L$ ) de los pagos previstos [De La Peña, 2002]:

$$DE_L = \frac{\sum_{h=t+1}^s (h-t) \cdot L_h \cdot (1+i_{h-t})^{-h+t}}{\sum_{h=t+1}^s L_h \cdot (1+i_{h-t})^{-h+t}}$$

Con este paso tan sencillo se consigue pasar de una inmunización múltiple a una inmunización simple en la que el horizonte temporal de planificación del inversor viene determinado por la duración de los compromisos de pago, y su valor actual por el valor actual de los pagos probables [De La Peña, 1997].

Sin embargo, hay que matizar esta simplificación ya que la clave de la inmunización múltiple no reside sólo en hacer coincidir la duración de la cartera de inversiones con la duración de los compromisos de pago [Redington, 1952], sino que es preciso tener en cuenta que los compromisos son múltiples en el tiempo y, por lo tanto, se debe disponer de fondos suficientes para poder hacer frente a todos y cada uno de los pagos.

#### 4.2.1. Función objetivo

Se trata de un modelo en el que se plantea un programa lineal con  $w$  variables (la cuantía invertida en los  $w$  diferentes títulos financieros) y  $s+1$  restricciones. La función objetivo, al igual que ha ocurrido para la congruencia absoluta, puede ser una de las dos siguientes:

- Por una parte, dado el tamaño de la cartera de títulos ( $A({}_h i_0)_0$ ), puede consistir en encontrar aquella distribución de títulos que proporciona una rentabilidad dada [Christensen & Fabozzi, 1995]
- Por otra parte, se puede buscar la estructura de títulos de la cartera de inversiones que resulte de un mínimo coste total de la cartera:

$$\text{Min } A({}_h i_0)_0 = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_j + \dots + X_w$$

#### 4.2.2. Restricciones

El artículo 3 de la Orden EHA/339/2007, de 16 de febrero establece las condiciones que debe reunir la cartera de inversiones de los activos financieros asignados al producto de seguro comercializado por la entidad aseguradora y que resulte con un tipo de interés técnico superior al máximo fijado anualmente por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones en sus resoluciones.

Para la aplicación de estos requisitos no se computan los pasivos que se pretendan cubrir con renta variable, los cuales deberán ser prestaciones y gastos con un plazo superior a 10 años de vencimiento en el momento de su cálculo.

##### 4.2.2.1. Igualdad de valores actuales

El valor de mercado de las inversiones asignadas debe ser en todo momento igual o superior al valor actual de los flujos derivados de las obligaciones contractuales, determinado a tipos de interés de mercado correspondientes al plazo de cada flujo. Esto es:

$$A({}_h i_0)_t \geq L({}_h i_0)_t$$

donde

$$A({}_h i_0)_t = \sum_{h=t+1}^n F_h \cdot (1 + {}_h i_0)^{-h+t}$$

y

$$L({}_h i_0)_t = \sum_{h=t+1}^s L_h \cdot (1+{}_h i_0)^{-h+t}$$

#### 4.2.2.2. Igualdad de duraciones

Las respectivas duraciones financieras modificadas o corregidas de activos ( $DM_A$ ) y de pasivos ( $DEM_L$ ), calculadas a tipos de interés de mercado, deberán ser equivalentes:

$$DM_A = DEM_L$$

La legislación permite en este punto que difieran entre sí un máximo del 20%. Esto es:

$$0,8 \leq \frac{DM_A}{DEM_L} \leq 1,2$$

#### 4.2.2.3. Equivalencia en la sensibilidad ante variaciones de tipos de interés

La sensibilidad ante variaciones de los tipos de interés en los valores actuales de los activos y pasivos deberá ser equivalente.

Si bien la medida clásica empleada para el análisis de la sensibilidad de los valores actuales ante variaciones en los tipos de interés es tanto la duración como la convexidad (que recoge gran parte de las variaciones en los precios no capturadas por la propia duración), la Orden mencionada indica que ésta sensibilidad debe determinarse a través de la siguiente expresión, que permite oscilaciones de hasta un 20%.

$$0,8 \leq \frac{\frac{A({}_h i_0) - A({}_h i_0 + \varepsilon)}{A({}_h i_0)}}{\frac{L({}_h i_0) - L({}_h i_0 + \varepsilon)}{L({}_h i_0)}} \leq 1,2$$

Dependiendo del número de años afectados por la perturbación del tipo de interés, puede contemplarse la siguiente formulación:

$$\left| \frac{A({}_h i_0) - A({}_h i_0 + \varepsilon)}{A({}_h i_0)} - \frac{L({}_h i_0) - L({}_h i_0 + \varepsilon)}{L({}_h i_0)} \right| < \begin{cases} 0,0010 & \text{para 5 o más años} \\ 0,0008 & \text{para 4 años} \\ 0,0003 & \text{para 3 años} \\ 0,0001 & \text{para 2 o menos años} \end{cases}$$

siendo

$\varepsilon$  : Perturbación sobre el tipo de interés de 100 puntos básicos (tanto positiva como negativa)

En el apartado c) del artículo 3 de la mencionada Orden se establece que deberán analizarse las variaciones que se produzcan en los valores actuales de los activos y los pasivos ante perturbaciones de 100 puntos básicos en los tipos de interés correspondientes a los plazos más representativos de la curva utilizada. Obligatoria, dicho análisis deberá realizarse para el primer y último flujo previsto y para al menos dos puntos intermedios con una distancia temporal de 2 años o más.

Si la operación o su plazo residual fuesen inferiores a 6 años, al menos se debe incluir el análisis en un punto intermedio, y si son de 4 años o menos, es suficiente con el análisis en los extremos.

#### 4.2.2.4. *No se acude al préstamo*

No se puede pedir ninguna cuantía a préstamo, haciendo frente a los pagos prometidos con el fondo acumulado, luego la proporción de cada título ( $j = 1, 2, \dots, w$ ) en la cartera será positiva o nula.

$$\forall n_j \geq 0$$

#### 4.2.2.5. *Asignación de los recursos*

Se invierte la totalidad de la cartera:

$$n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_w = 1$$

#### **4.2.2.6. Restricciones para operaciones a un plazo superior a 10 años**

Al igual que ocurre con el modelo inmunizador de congruencia absoluta, se permite separar la estructura temporal de obligaciones de la empresa aseguradora con el fin de la implantación de la estrategia inversora, distinguiendo entre aquellas obligaciones con vencimientos superiores a 10 años, las cuales se permiten que sean cubiertas a través de renta variable, y aquellas otras con vencimientos inferiores a 10 años, a las cuales se les puede aplicar la estrategia inmunizadora propiamente dicha. Estas restricciones son las mismas que las apuntadas para la congruencia absoluta:

### **5. CONCLUSIONES**

- El tipo de interés técnico juega un papel trascendental en el seguro de vida, al ser una variable imprescindible para obtener el valor actual de las prestaciones prometidas. Es normal considerar el tipo de interés constante, siendo éste en realidad un caso especial, ya que se debe permitir la posibilidad de que el tipo de interés varíe en el tiempo. Además, las circunstancias económicas en las que se desenvuelva la empresa aseguradora pueden obligar a cambiar el tipo de interés establecido inicialmente, posibilidad que será una norma cuando se implante el nuevo marco para la evaluación de la solvencia de la entidad aseguradora, dado que, como se ha indicado más arriba, también los pasivos actuariales (como la provisión matemática) deben valorarse conforme a su “valor razonable”, el cual ha de obtenerse empleando un tipo de interés que sea coherente con las condiciones del mercado en cada momento. Es precisamente la utilización de técnicas inmunizadoras lo que permite el empleo de un tipo de interés técnico (exponente de ganancias futuras) garantizando los compromisos asumidos por la empresa aseguradora en los contratos de seguros suscritos, con independencia de las variaciones que experimente el tipo de interés de mercado (riesgo de interés).
- Al deber realizarse el cálculo de la provisión matemática individualizadamente y a través de sistemas financiero-actuariales de capitalización, dependiendo por tanto, para cada producto, de la edad del asegurado en la fecha a la que se refiere el cálculo ( $x$ ), la prestación prometida ( $B_x$ ), el método de distribución de coste empleado ( $CA$ ), las probabilidades de fallecimiento ( $q_x^m$ ), invalidez ( $q_x^i$ ) y rotación ( $q_x^r$ ), así como del tipo de interés ( $i$ ) a utilizar en la valoración, con el objeto de

ser consistente en cada producto, la asignación de activos financieros también debe realizarse de forma individualizada.

- A pesar de permitirse la inversión en renta variable, el tanto de rentabilidad a computar para la determinación de la provisión matemática es el que corresponde a la renta fija libre de riesgo de insolvencia para aquellos compromisos que tengan un plazo de vencimiento más allá de 10 años desde el momento del cálculo de éste. No se tendría en cuenta la rentabilidad esperada de esa renta variable, sino el valor correspondiente a la renta fija pública a ese plazo.
- A la vista del condicionado normativo, para la instauración de una gestión integrada de activos y pasivos tan sólo es factible el empleo de la congruencia absoluta o *cash-flow matching* y de la congruencia positiva o *duration matching*, si bien ésta última sometida a un estricto conjunto de restricciones que, aunque incrementa su seguridad, aminora su aplicabilidad. Sin embargo, no se aprecia la existencia de márgenes de liquidez suficiente para los primeros ejercicios, como sí ocurre con la congruencia absoluta. En la congruencia por duraciones puede perfectamente haber algún ejercicio en el que los pagos a realizar sean superiores a los cobros a recibir, lo cual resulta ilógico dados los requisitos que se exigen a la congruencia absoluta. En este sentido, sería deseable el establecimiento de un periodo inicial de seguridad, en el cual los flujos generados fuesen suficientes, al menos, para abonar en cuantía y tiempo los pagos probables a realizar. Esta estrategia es conocida como Congruencia temporal u *horizon matching*. Dicha estrategia, además, conlleva tanto una menor necesidad de rebalanceos [Iturricastillo y De La Peña, 2003], reduciéndose el coste, como un menor riesgo de inmunización, al ser los plazos cortos en los que no se verifican las hipótesis de los modelos inmunizadores [Iturricastillo, 2007].
- En la Orden EHA/339/2007, de 16 de febrero, se indica que la entidad aseguradora deberá remitir a la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones el soporte técnico y las definiciones de los conceptos financieros utilizados para la asignación de activos a productos de seguros de vida. Es necesario desarrollar normativamente el contenido de tal informe técnico propiciando una base técnica financiera normalizada, lo cual permitiría la homogeneidad de criterios de asignación y un mejor control de los desfases de flujos económicos que pudieran producirse. En particular, en dicho informe técnico debería detallarse:

*Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

- a) la curva de tipos de interés utilizada;
  - b) la definición de la duración financiera y el método utilizado para su cálculo;
  - c) y los criterios utilizados para la selección de los tipos de interés representativos y para el correspondiente análisis de sensibilidades.
- Entendemos que debe normalizarse y regularse cada uno de los apartados anteriores con un contenido mínimo, tal y como se expone en De La Peña, 2003.

- Conforme a la regulación específica vigente, la provisión matemática a constituir debe ser calculada por el método prospectivo como el exceso del valor actual actuarial de las prestaciones futuras sobre el de las primas futuras actualizadas al tanto de rentabilidad resultante de los activos asignados y penalizados según su respectiva calidad crediticia.

$$PM_{x_a} = (Va)_{x_a} - (Cfa)_{x_a}$$

siendo

$PM_{x_a}$  : Provisión matemática a la edad alcanzada.

$(Va)_{x_a}$  : Valor actual actuarial, a la edad alcanzada  $x_a$ , de las obligaciones futuras del asegurador.

$(Cfa)_{x_a}$  : Valor actual actuarial, a la edad alcanzada  $x_a$ , de las obligaciones futuras del asegurado.

En un momento intermedio  $t$ , resultará:

$$PM(ir)_t = L(ir)_t - I(ir)_t = \sum_{h=t+1}^s L_h \cdot (1+ir)^{-h+t} - \sum_{h=t+1}^n F_h \cdot (1+ir)^{-h+t}$$

Al aplicar un tanto de actualización superior a aquél con el que se determinaron las primas, resultarán unas provisiones matemáticas inferiores a las que se derivarían del empleo del correspondiente tipo máximo establecido por la legislación. La rentabilidad extra generada por las inversiones afectas (y garantizada por la inmunización realizada) es la que garantizaría el cumplimiento formal de las obligaciones contraídas por la entidad aseguradora.

## 6. EJEMPLO DE APLICACIÓN PRÁCTICA

Con el fin de ilustrar el cálculo de la provisión matemática de un seguro de vida con el tipo de interés resultante del empleo de técnicas inmunizadoras, en el presente epígrafe se realiza una simple aplicación.

Para ello emplearemos los tipos de interés observados anuales (tipos de interés al contado o *spot*) en España a 30 de diciembre de 2008. De esos tipos de interés anuales se derivarán los implícitos correspondientes (tipos de interés *forward*). Igualmente determinamos las características de los títulos del Tesoro público a diferentes vencimientos abarcando un plazo de entre 1 año a 20 años.

**Tipos de interés al contado e implícitos a plazo en España a 30 de diciembre de 2008.**

Plazo	${}_h i_0$						
1	2,55653%	6	3,63066%	11	4,94051%	16	4,39188%
2	3,10440%	7	3,72269%	12	4,83050%	17	4,37532%
3	2,83665%	8	3,63137%	13	4,74778%	18	4,37615%
4	3,87070%	9	4,64497%	14	4,83317%	19	4,32452%
5	3,69285%	10	4,77215%	15	4,52000%	20	4,38079%

Tabla 4

**Tipos de interés al contado observados en España a 30 de diciembre de 2008.**

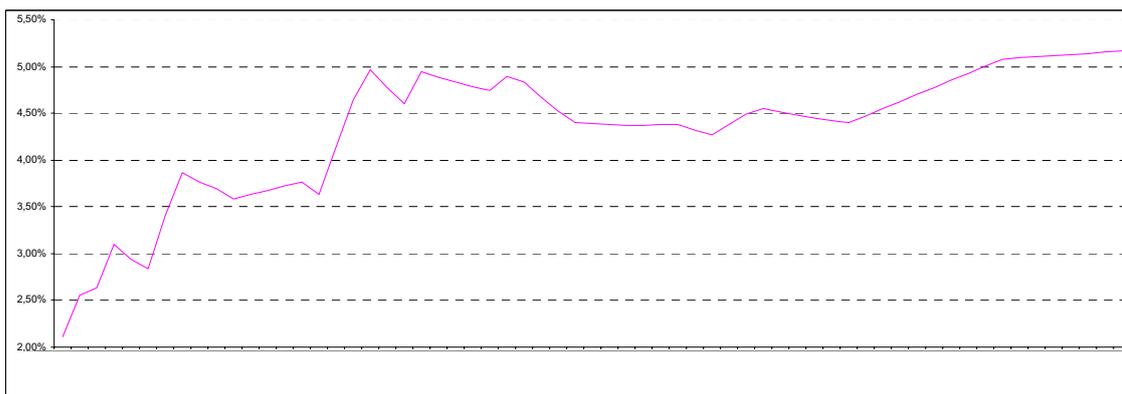


Gráfico 4

*Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

Las principales características de los títulos del Tesoro son las siguientes:

**Características de los títulos del Tesoro con vencimiento en  $t$ .**

<b>t</b>	<b>Precio</b>	<b>Cupón</b>									
1	100,452	3,02%	6	100,106	3,63%	11	100,271	4,74%	16	95,497	3,97%
2	98,801	2,47%	7	102,477	4,10%	12	100,251	4,67%	17	104,572	4,74%
3	100,740	3,10%	8	103,994	4,20%	13	102,917	4,89%	18	100,293	4,38%
4	96,547	2,88%	9	93,702	3,62%	14	97,806	4,45%	19	98,941	4,24%
5	100,852	3,85%	10	100,084	4,58%	15	97,910	4,26%	20	94,992	3,98%

Tabla 5

Lo aplicaremos a los compromisos de pago de un seguro de fallecimiento de 300.000 € contratado por el asegurado en el 2003, a los 50 años y para un plazo de 15 años (hasta la edad de jubilación normal), empleando para ello las tablas de mortalidad suizas GR-95 masculinas y el tipo de interés máximo vigente en aquel momento.

Esta aplicación se realiza tanto para el caso de que el asegurado se comprometa al abono de primas niveladas constantes hasta el final del contrato o el fallecimiento como para el caso de abonarse una prima única en el momento de la contratación del seguro.

Las principales magnitudes que identifican a este seguro, en función de la modalidad de pago, y empleando el tipo de interés máximo vigente ascienden a:

**Características del seguro a tipos máximos.**

	<b>Prima Periódica</b>	<b>Prima Única</b>		<b>Prima Periódica</b>	<b>Prima Única</b>
$P(2,89\%)_{50} =$	2.805,23	48.685,47	$(Cfa)(2,60\%)_{55} =$	23.925,79	-
$(Va)(2,60\%)_{55} =$	25.971,23	25.971,23	$PM(2,60\%)_{55} =$	2.045,44	25.971,23

Tabla 6

Sin embargo, si en el 2008 se procede a realizar una asignación de activos con el fin de determinar la provisión matemática que correspondería con la rentabilidad ponderada de los mismos, obtendríamos los siguientes resultados:

**Resultados parciales de la estrategia inmunizadora.**

<i>h</i>	<i>Pagos</i>	<i>Periódica</i>			<i>Única</i>			<i>Saldo Máx.</i>
		<i>Ingresos</i>	<i>Balance</i>	<i>Saldo</i>	<i>Ingresos</i>	<i>Balance</i>	<i>Saldo</i>	<i>Negativo</i>
1	2.022,77	3.716,52	1.693,76	1.693,76	2.022,77	0,00	0,00	- 505,69
2	2.175,42	2.941,21	765,79	2.521,46	2.175,42	0,00	0,00	- 543,85
3	2.340,23	2.916,13	575,90	3.155,44	5.400,27	3.060,04	3.060,04	- 585,06
4	2.518,12	2.875,84	357,72	3.735,17	617,05	- 1.901,07	1.374,27	- 629,53
5	2.709,79	2.844,58	134,79	3.981,44	617,05	- 2.092,73	- 677,45	- 677,45
6	2.915,87	2.948,08	32,21	4.145,84	2.898,09	- 17,78	- 728,97	- 728,97
7	3.136,74	2.772,56	- 364,18	3.958,96	3.128,28	- 8,45	- 784,18	- 784,18
8	3.351,80	2.739,21	- 612,58	3.464,92	9.489,84	6.138,04	5.318,64	- 837,95
9	3.549,95	2.772,53	- 777,42	3.142,07	47,29	- 3.502,66	2.513,73	- 887,49
10	3.744,65	416,45	- 3.328,20	-	1.082,01	- 2.662,64	-	

Tabla 7

Los principales valores de los parámetros de la estrategia inmunizadora para la resolución del problema de programación lineal son los siguientes:

**Parámetros relevantes**

	<b>Prima Periódica</b>	<b>Prima Única</b>
<i>DM</i>	4,44	5,32
<i>DEM</i>	5,47	5,47
<i>DM/DEM</i>	0,81	0,97
<i>CXM</i>	42,45	42,45
<i>CXEM</i>	42,45	42,45
<i>Ratio</i>	1,1867016	1,1085253

Tabla 8

*Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

La combinación de activos resultante es la que se indica en la siguiente tabla:

**Importe asignado a cada clase  $t$  de títulos de renta fija.**

$t$	Prima Periódica	Prima Única									
1	854,20	1.197,19	6	231,23	2.283,45	11	-	-	16	59,59	-
2	118,21	1.363,89	7	93,37	2.658,29	12	6,28	-	17	189,53	1.004,82
3	118,73	4.673,74	8	94,47	9.423,91	13	16,96	-	18	-	39,99
4	99,54	-	9	149,28	-	14	5,39	-	19	-	-
5	99,20	-	10	54,61	-	15	65,86	-	20	-	-

Tabla 9

Resultando las siguientes proporciones en la cartera de títulos de renta fija, tanto para el seguro con prima periódica (gráfico 5) como para el seguro a prima única (gráfico 6):

**Proporción de activos asignados en la cartera inmunizada del seguro de prima periódica.**

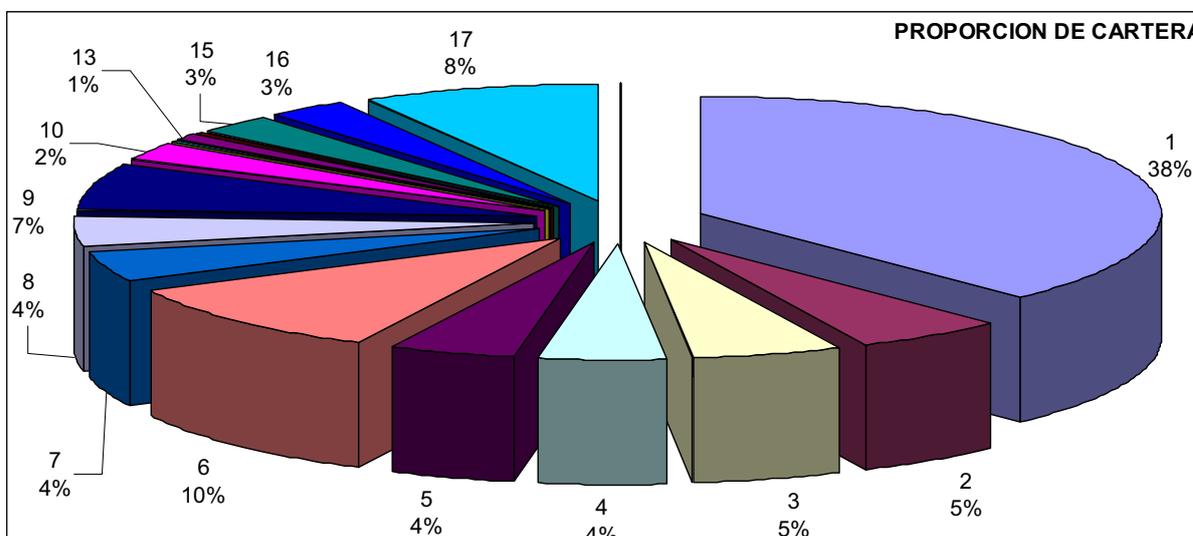


Gráfico 5

**Proporción de activos asignados en la cartera inmunizada del seguro de prima única.**

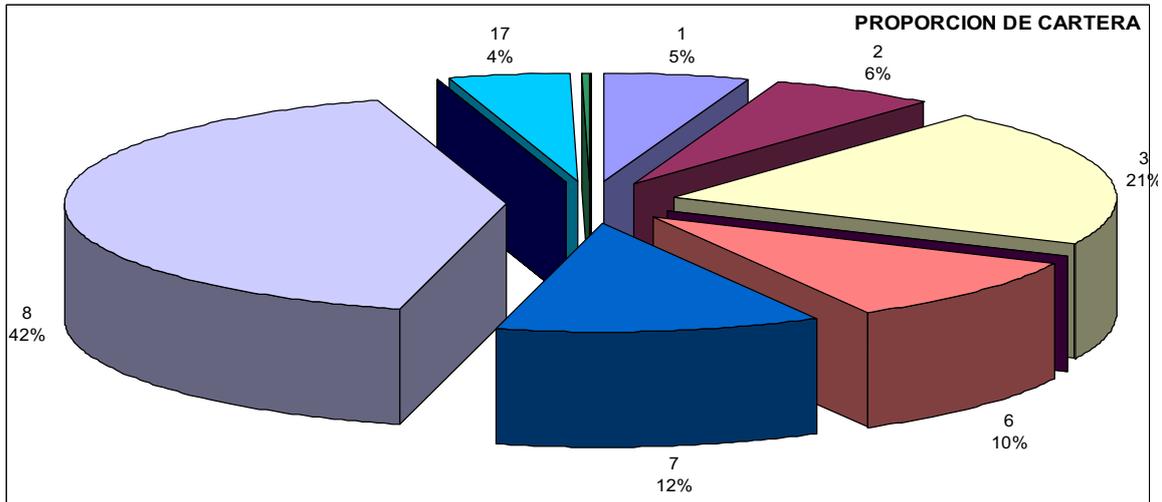


Gráfico 6

Con todo ello, la provisión matemática resultante para la rentabilidad obtenida y penalizada, asciende, en cada caso, a:

**Provisión Matemática bajo inversiones afectas.**

	<b>Prima Periódica</b>	<b>Prima Pura</b>
TIR BRUTA	3,360258%	3,410834%
TIR NETA	3,192246%	3,240292%
$L(ir)_t$	25.102,31	25.033,68
$I(ir)_t$	23.288,15	0
$PM(ir)_t$	1.814,17	25.033,68

Tabla 9

En ambos casos, al obtener una rentabilidad superior al tipo de interés máximo fijado, la provisión matemática es inferior a la calculada anteriormente aplicando el tipo de interés máximo vigente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Betzuen Zalbidegoitia, Amancio y Blanco Ibarra, Felipe (1.989) *Planes y Fondos de Pensiones: Su cálculo y valoración*. Ediciones Deusto, Bilbao.
- Bosch Princep, Manuela y Domínguez Fabian, Inmaculada (2001). Gestión de Activos y Pasivos en España. *Revista Actuarios*, N° 19, julio/agosto 2001, pp. 33.35. Madrid.
- Brownlee, Harold J. y Daskais, Richard. (1.991). Pension Plans: Choosing Critical Assumptions. *Proceedings of the Second AFIR International Colloquium*, Brighton.
- Coppini, S.M. (1.991). Consequences of Variations in the rate of return on the Financial Equilibrium of a Pension Fund. *Proceedings of the Second AFIR International Colloquium*. Brighton.
- Christensen, Peter E. & Fabozzi, Frank J. (1.995) Dedicated Bond Portfolios, en *The Handbook of Fixed Income Securities*. Fabozzi, Frank J. y Fabozzi, T. Dessas, Irwin Inc. New York.
- De La Peña Esteban, J. Iñaki (1.997) El riesgo de interés en seguros y pensiones: una aproximación actuarial. *Anales del Instituto de Actuarios Españoles*, 3ª época, N° 2, pp. 49-172. Madrid.
- De La Peña Esteban, J. Iñaki (2.000). *Planes de Previsión Social*. Ed. Pirámide. Madrid.
- De La Peña Esteban, J. Iñaki (2.002). Riesgo de interés de las operaciones actuariales clásicas: un análisis a través de la duración. *Anales del Instituto de Actuarios Españoles*, 3º época, N° 7, pp. 135-168. Madrid.
- De La Peña Esteban, J. Iñaki (2.003). La Base Técnica Financiera del modelo inmunizador de Seguros de Vida en España. *Anales del Instituto de Actuarios Españoles* N° 9, Tercera Época, pp. 49-86. Madrid.
- De La Peña Esteban, J. Iñaki (2.004). Inmunización por Duraciones para Seguros a Prima Periódica: Inmunización Abierta. *Análisis Financiero* N° 93, Primer Cuatrimestre 2004, cuarta época, pp. 76-91. Madrid.
- Fisher, L. Y R.L. Weil (1971): Coping with the risk of interest-rate fluctuations: Returns to bondholders from naive and optimal strategies. *Journal of business*, 4, pp. 408-431.
- Grubbs, Donald S. Jr. (1.990) Pension Plan Problems. *The Proceedings of Conference of Actuaries in Public Practice*. Vol. XXXX, pp. 425.434. Illinois.
- Iturricastillo Plazaola, Iván (2007). Medición y gestión de riesgos en las entidades financieras a través de la inmunización del riesgo de interés. *Tesis Doctoral*. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea. Departamento de Economía Financiera I / Finantza Ekonomia I Saila. Bilbao.

- Iturricastillo Plazaola, Iván & De La Peña Esteban, J. Iñaki (2003). The Rebalancing Issue In The Immunized Portfolios By The Horizon Matching. *6th Italian-Spanish Conference On Financial Mathematics*. Trieste, Italy, July, 1-5, 2003. Pp. II-399 - II-421.
- Kocherlakota, Rama; Rosenbloom, E.S. & Shiw, Elias S.W. (1.988) Algorithms for Cash-flow matching. *The Transactions of the Society of Actuaries*, Vol. XL, part. I, Chicago.
- Moreno Ruiz, Rafael; Gómez Pérez-Cacho, Olga y Trigo Martínez, Eduardo. (2005). *Matemática de los seguros de Vida*. Editorial Pirámide. Madrid.
- Moreno Ruiz, Rafael; Mayoral Martínez, Rosa; Lerner Waen, Andrés Dan y Trigo Martínez, Eduardo. (2008). Una introducción al nuevo marco para la evaluación de la solvencia de la entidad aseguradora. En *Riesgos, seguros y finanzas. Estudios en conmemoración del X aniversario de la Licenciatura en Ciencias Actuariales y Financieras. N° 36 de Papeles de Trabajo de Cuadernos de Ciencias Económicas y Empresariales*. Universidad de Málaga, pp. 59-74.
- Panjer, Harry H. & Otros (1.998). *Financial Economics with applications to investments, insurance & pension*. Ed. The Actuarial Foundation. Illinois.
- Redington, F.M. (1.952) Review of the Principles of Life-Office Valuation. *The Journal of the Institute of Actuaries*, 18, London.
- Winklevoss, Howard E. & Allison, Glenn D. (1.966) The Interrelationships among inflation rates, salary rates, interest rates and pension costs. *The Transactions of The Society Of Actuaries*, Vol XXVIII. Chicago.

#### **Normativa:**

- Circular sobre las Tasas a utilizar para la valoración de determinados títulos de renta fija al cierre del cuarto trimestre de 2007, de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones.
- Directiva 92/96/CEE del Consejo, de 10 de noviembre de 1992 sobre seguros de vida.
- Directiva 2002/83/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de noviembre de 2002 sobre el seguro de vida.
- Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998 por la que se desarrollan determinados preceptos de la normativa reguladora de los seguros privados y se establecen las obligaciones de información como consecuencia de la introducción del euro.
- Orden EHA/339/2007, de 16 de febrero, por la que se desarrollan determinados preceptos de la normativa reguladora de los seguros privados.

*Provisión matemática a tipos de interés de mercado*

- Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados.
- Real Decreto 239/2007, de 16 de febrero, por el que se modifica el Reglamento de ordenación y supervisión de los seguros privados, aprobado por el Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre, y el Reglamento de mutualidades de previsión social, aprobado por el Real Decreto 1430/2002, de 27 de diciembre.
- Resolución de 5 de enero de 1999, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 1999.
- Resolución de 5 de enero de 2000, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2000.
- Resolución de 8 de enero de 2001, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2001.
- Resolución de 3 de enero de 2002, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2002.
- Resolución de 3 de enero de 2003, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2003.
- Resolución de 7 de enero de 2004, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2004.
- Resolución de 3 de enero de 2005, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2005.
- Resolución de 2 de enero de 2006, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2006.
- Resolución de 2 de enero de 2007, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2007.
- Resolución de 2 de enero de 2008, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2008.